

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takashi HIROSAWA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD OF CONTROLLING COMMUNICATIONS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. \_\_\_\_\_ Date Filed \_\_\_\_\_
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

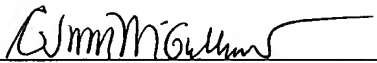
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-145742	May 23, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
\_\_\_\_\_  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

# 日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 5月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-145742

[ ST.10/C ]:

[ JP2003-145742 ]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社ルネサステクノロジ

2003年 6月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3046091

【書類名】 特許願

【整理番号】 542821JP01

【提出日】 平成15年 5月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/44  
H04B 10/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 広沢 隆

【特許出願人】

【識別番号】 503121103

【氏名又は名称】 株式会社ルネサステクノロジ

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の端末が共有の通信路を介して接続したネットワークの通信制御方法であって、

前記複数の端末の各々において、

(a) 前記通信路を介して他の端末へ送信しようとする第 1 の信号に対し、前記ネットワークにおいて規定されている優先度を与える工程と、

(b) 前記優先度に対応付けられた長さの第 1 の待機時間を決定する工程と、

(c) 前記通信路をモニタして、前記通信路上における信号転送の有無を確認する工程と、

(d) 前記工程 (c) で前記第 1 の待機時間の間に前記信号転送が検出されなかった場合に、前記第 1 の信号を送信する工程と、

(e) 前記工程 (c) で第 1 の待機時間の間に前記信号転送が検出された場合に、前記工程 (b) に戻る工程とが実行されることを特徴とする通信制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の通信制御方法であって、

前記第 1 の待機時間は、前記優先度ごとに定められた一定の第 1 の要素時間と、乱数に基づいて決定される第 2 の要素時間との和であることを特徴とする通信制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の通信制御方法であって、

前記端末は、他の端末からの信号を受信したこと示す確認応答である ACK (Acknowledge) 信号を、前記第 1 の信号として送信可能であり、

前記 ACK 信号の前記優先度に対応する前記第 1 の待機時間は、他の信号の優先度のものよりも短い

ことを特徴とする通信制御方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の通信制御方法であって、

前記端末において、さらに、

(f) 前記工程 (d) で前記第 1 の信号 (ACK 信号を除く) を送信した後、

所定の第 2 の待機時間だけ経過しても他の端末からの A C K 信号が受信されない場合、前記工程 ( a ) または前記工程 ( b ) に戻る工程が実行されることを特徴とする通信制御方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の通信制御方法であって、

前記通信路には、一の端末から受信した信号を他の端末へ送信する中継器がさらに接続され、

前記中継器において、

( g ) 前記一の端末からの第 2 の信号を受信した後、前記通信路をモニタして、前記通信路上における A C K 信号の有無を確認する工程と、

( h ) 前記工程 ( g ) で所定の第 3 の待機時間の間に A C K 信号が検出されなかった場合に前記第 2 の信号を前記他の端末に送信する工程とが実行され、

前記第 3 の待機時間は、A C K 信号を除く他の信号の優先度に対応する前記第 1 の待機時間よりも短い

ことを特徴とする通信制御方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の通信制御方法であって、

前記端末において、

( i ) 前記工程 ( d ) で前記第 1 の信号 ( A C K 信号を除く ) を送信した後、所定の第 4 の待機時間だけ経過しても他の端末からの A C K 信号が受信されない場合、前記工程 ( a ) または前記工程 ( b ) に戻る工程と、

( j ) 前記第 4 の待機時間の間に前記工程 ( d ) で自己が送信した信号を受信した場合、前記第 4 の待機時間を所定の時間だけ延長する工程とがさらに実行される

ことを特徴とする通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の端末が通信路を共有するネットワークの通信制御方法に関する。

【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

例えば、LAN (Local Area Network) 等のネットワーク上にある複数の通信端末が1つの通信路を共有する場合、当該通信路に対して複数の端末が同時に信号（パケット）を送信しようとしたときに信号の衝突（collision）が発生する。この衝突を防止するために、複数の端末間で信号の送信タイミングを調整して送信チャネルを確保することを送信権の調停という。

## 【0003】

従来の調停の技術としては、CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 方式が知られている（例えば特許文献1）。このCSMA/CD方式では、各端末は送信を行う前に伝送路が使用可能かどうかを調べ、使用可能であると判断した時のみ信号を送信する。また、個々の端末は信号の衝突の発生を検出する機能を有する。そして衝突が発生した場合は衝突の原因となった全ての端末が送信を停止し、乱数によって決定する待機時間だけ送信を控えた後、再送を試みる。

## 【0004】

しかし、例えば無線LANのように、個々の端末が通信路上の衝突の発生を検出することができないネットワークでは、上記CSMA/CD方式を適用することは困難である。そのようなネットワークに適用可能な調停の技術としては、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 方式が知られている。この方式では、各端末は信号の送信を開始する前に通信路をモニタして、当該通信路上で他の端末により信号転送が行われていないかどうかを確認する。そして、所定の待機時間以上継続して通信路上を信号が転送されていなければ、信号の送信を開始する。この待機時間は、一定の時間にランダムな長さの時間を加えたものであり、直前の信号転送の終了時から一定時間経過した後、複数の端末が一斉に送信を開始して衝突が発生する事態を防止している。

## 【0005】

さらに、送信した信号が受信側の端末に受信されると、受信側の端末は信号を正しく受信したことを示す確認応答であるACK (Acknowledge) 信号を返信する。送信側の端末は、そのACK信号の有無によって送信信号が正常に送信され

たか否かを判断し、ACK信号による応答が無ければ衝突や混信等の通信障害により送信が失敗したものとみなし、信号の再送信を行なう。

【0006】

【特許文献1】

特開2001-251332号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記CSMA/CD方式では、各端末が送信する信号（パケット）に優先順位はなく、全ての信号が平等に扱われる。しかし実際のところ、送信されるパケットの内容によっては、優先的に送信させたいパケットが存在する場合がある。例えば、動画や音声のリアルタイム配信など、信号の遅延や停止が許されない通信におけるQoS（Quality of Service）の実現のためには、データ通信の等時性（Isochronous）が求められ、そのような通信に係るパケットは優先的に送信／再送信されるべきである。

【0008】

また、通信路を全てのノードが共有するいわゆるシェアードメディアであるネットワークにおいては、基本的に当該ネットワーク上の各ノードにも優先順位はなく平等である。例えば、ネットワークにおける通信距離を延ばす目的で端末間の通信を中継する中継器を導入した場合、中継器も他の端末と同等のノードとみなされる。よって、中継器が中継を行うために送信したパケットと、他の端末が送信したパケットとの衝突が発生することもあり、中継が成功しにくい。そのため中継器の導入が困難であり、通信距離が制限されてしまう欠点もあった。

【0009】

本発明は以上のような問題を解決するためになされたものであり、複数の端末が1つの通信路を共有するネットワークにおいて、信号の衝突を回避すると共に所定の信号を優先して送信することが可能であり、さらにネットワークへの中継器の導入が容易に可能である通信制御方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る通信制御方法は、複数の端末が共有の通信路を介して接続したネットワークの通信制御方法であって、前記複数の端末のそれぞれにおいて、（a）前記通信路を介して他の端末へ送信しようとする第1の信号に対し、前記ネットワークにおいて規定されている優先度を与える工程と、（b）前記優先度に対応付けられた長さの第1の待機時間を決定する工程と、（c）前記通信路をモニタして、前記通信路上における信号転送の有無を確認する工程と、（d）前記工程（c）で前記第1の待機時間の間に前記信号転送が検出されなかった場合に、前記第1の信号を送信する工程と、（e）前記工程（c）で第1の待機時間の間に前記信号転送が検出された場合に、前記工程（b）に戻る工程とが実行される。

#### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

##### ＜実施の形態1＞

実施の形態1に係る通信制御方法を説明する。ここでは、例えば無線LANやPLC（Power Line Communication）によるLAN環境のような、1つの通信路を全てのノードが共有するシェアードメディアのネットワークを想定する。

#### 【0012】

まず、ネットワーク上の各ノード（端末および中継器を含む）が送信する全ての信号（パケット）に割当てられるべき優先度をネットワーク上に共通に定義する。この優先度は、各端末毎に与えられるもの（即ち1つの端末が送信するパケットは常に同じ優先度である）であってもよいし、それぞれのパケット毎にアダプティブに与えられるもの（即ち1つの端末があらゆる優先度のパケットを送信する）であってもよい。

#### 【0013】

そして、上記優先度毎に、パケットを送信するタイミングを規定するタイムスロット（以下「スロット」）を割当てる。各スロットは、通信路上で行われているパケットの転送が終了したタイミングを基準に定められる。優先度のスロットへの割当ては、優先度の高いパケットほど（優先的に送信したいパケットほど）、早いタイミングのスロットに割当てられるようにする。

## 【 0 0 1 4 】

つまり図 1 の如く、最も優先度の高い“優先度 1”の packets は、通信路上での前の packets 転送が終了したタイミングを起点として最も早いスロットに割当てられる、その後続く各スロットには、優先度の高い順番で“優先度 2”，“優先度 3”・・・の packets が割当てられる。さらに図 1 に示した各スロットは、図 2 の如く、同じ優先度を有する  $n$  個の要素スロットから成る。なお、以下の説明において、通信路上の前の packets 転送が終了したタイミングを起点とし、次の packets 送信されるまでの所定の待機時間（図 1 中の時間  $T_{B1}$ 、 $T_{B2}$ 、 $T_{B3}$ ・・・）を、「バックオフ（Backoff）時間」と称する。

## 【 0 0 1 5 】

また、上記 CSMA/CA 方式と同様に、受信側の端末は自分宛ての packets を受信すると、当該 packets を信号を正しく受信したことを示す確認応答である ACK（Acknowledge）信号の packets を返信する。送信側の端末は、その ACK 信号による応答の有無によって、送信した packets が受信側の端末へ正常に送信されたか否かを判断する。そして、ACK 信号による応答が無ければ送信が失敗したものとみなし、信号の再送信を行なう。本実施の形態においては、ACK 信号には、最も優先度の高い packets として扱われる。よって、図 3 に示すように、ACK 信号用のスロットは最も早いタイミングのスロットに割当てられる。即ち、ACK 信号用のスロットに対応したバックオフ時間は、他の packets のスロットのものよりも短く設定される。

## 【 0 0 1 6 】

以下、具体的な例を用いて、本実施の形態に係るネットワークの通信制御方法を説明する。1 つの通信路を全てのノードが共有するシェアードメディアのネットワークとしては、PLC（Power Line Communication）による LAN 環境がある。図 4 は、PLC による LAN の構成例を示す図である。PLC では、一般住宅やオフィス等に電源を供給するために配線された電力線を通信路として利用する。図 4 に示すように PC（パーソナルコンピュータ）、FAX、テレビ、照明装置等のスイッチ、インターホンのモニタなどは、PLC モデムを接続（あるいは内蔵）することで、通信端末として機能する。それぞれの端末は、通信路であ

る電力線を介して互いに接続しており、相互に制御信号等の情報を送受信可能である。例えば、P Cを用いて、その他の装置の動作を制御することも可能になる。

#### 【 0 0 1 7 】

P L Cによれば一般の電源コンセントをネットワークへの接続コネクタとして使用することが可能となるため、情報通信ネットワークを家庭やオフィスに浸透させる技術として注目されている。例えば家庭内において、電源コンセントはほぼ全ての部屋に備わっているため、それらをL A Nへの接続コネクタとして利用できるとなると非常に便利である。

#### 【 0 0 1 8 】

本実施の形態では説明の簡単のため、図 5 ( a ) に示すように 3 つの端末 A , B , C が共有の通信路 ( P L C では電力線に相当 ) に接続されたネットワークを想定する。端末 A , B , C は、中継器を介することなく互いに通信可能な距離にある。当該ネットワークはシェアードメディアであるので、ある端末がパケットの転送を行っている間、それ以外の端末はパケットの送信を行うことができない。例えば、端末 A と端末 C とが同時にパケット送信を行おうとすると図 5 ( b ) の如く衝突が発生してしまい、正常なデータ通信を行うことができない。また、端末 A , B , C は、他の端末からのパケットを正常に受信すると、その確認応答として A C K 信号のパケットを返信する。

#### 【 0 0 1 9 】

図 6 は本実施の形態に係る端末におけるパケット送信動作を示すフローチャートである。端末が送信の対象である第 1 の信号としてのパケットを、通信路を介して他の端末に送信する場合、まず当該パケットを準備し ( S T 1 ) 、そのパケットに対して、当該ネットワークにおいて規定されている優先度を与える ( S T 2 ) 。ここで、優先度が端末毎に与えられる場合は、優先度を示すデータが予め各端末内の R O M に記憶されており、この記憶データを端末自身が参照することにより、ステップ S T 2 の処理が行われる。また、優先度がパケット毎にアダプティブに与えられる場合は、例えば送信するパケットを扱うアプリケーション ( ソフト ) を特定することで、ステップ S T 2 の処理が行われる。つまり、パケッ

トがどのアプリケーションによって扱われるのかにより、そのパケットのリアルタイム性などの重要性が分かるので、予め各アプリケーション毎に優先度を定めておき、送信するパケットに対してはそれを扱うアプリケーションに応じた優先度を割当てる。

#### 【 0 0 2 0 】

続いて、通信路をモニタして当該通信路上のパケット転送の有無を確認する（S T 3）。このとき通信路上でパケット転送が検出されない場合（即ち通信路がアイドル状態である場合）、端末は即座にパケットの送信を行う（S T 8）。

#### 【 0 0 2 1 】

一方、ステップ S T 3 で、通信路上でパケット転送が検出された場合（即ち、通信路が使用状態である場合）は、それが終了するのを待つ（S T 4）。そして、当該パケットを送信するためのスロットおよび要素スロットを割当てる（S T 5）。このとき、まず当該パケットの優先度に対応したスロットを割当て、さらにそのスロット内で、乱数に基づいて（ランダムに）選択された要素スロットを割当てる。

#### 【 0 0 2 2 】

その後、端末は、自己が送信するパケットに割当てた要素スロット（以下「自己の送信スロット」）になるまで通信路上のモニタを続け（S T 6， S T 7）、当該自己の送信スロットまでに他の端末によるパケット転送が検出されなければ、当該パケット送信を行う（S T 8）。即ち、前のパケット転送の終了時点から自己の送信スロットまでの間（即ち自己の送信スロットのバックオフ時間）は、第 1 の待機時間に相当する。

#### 【 0 0 2 3 】

自己の送信スロットまでに他の端末によるパケット転送が検出された場合は、それが終了するまでパケット送信はできないので（パケット送信を行うと衝突が発生する）、パケット送信は行わずに上記ステップ S T 4 に戻る。そして、パケットを送信できるまで上記ステップ S T 4 ～ S T 7 を繰り返す。

#### 【 0 0 2 4 】

第 1 の待機時間である自己の送信スロットのバックオフ時間は、優先度ごとに

定められたスロットの一定のバックオフ時間（第 1 の要素時間）と、そのスロットに入って所定の要素スロットに至るまでの時間（第 2 の要素時間）との和である。スロット内の要素スロットは乱数に基づいて選択されるので、第 2 の要素時間の長さは乱数に基づいて決定される。

【 0 0 2 5 】

各端末におけるパケットの送信タイミングは、優先度が高いものから順番に早いタイミングのスロットに割当てられているので、優先度の高いパケットから順番に転送されることとなる。また、同じ優先度のパケットが複数個ある場合でも、各パケットはランダムに決められた要素スロットに割当てられるため、衝突の発生は抑制される。

【 0 0 2 6 】

パケットを送信した端末は、受信側端末からの A C K 信号による応答を、所定の A C K 信号待機時間（第 2 の待機時間）だけ待つ（S T 9, S T 1 0）。A C K 信号待機時間は、正常にパケット送信が行われた場合に A C K 信号が受信されるべきタイミングを含む期間とする。本実施の形態において A C K 信号待機時間は、パケット送信後の優先度 1 のスロットのバックオフ時間とする。

【 0 0 2 7 】

A C K 信号待機時間に A C K 信号が受信されるとパケット送信に係る動作を終了する。逆に、A C K 信号が受信されなければ、先の送信は失敗したものとみなし、ステップ S T 4 に戻ってパケットの再送信を試みる。このとき、当該パケットに対して再送信時の優先度を与える（S T 1 1）。再送信時の優先度は前回の送信の際の優先度と同じとする。

【 0 0 2 8 】

このように各端末は、通信路が他の端末により使用されている場合は、その通信（パケット転送）が終了して当該通信路が使用可能な状態になるまで待機し、その後にパケットの送信を行う。多くの場合、この動作により衝突は避けることができる。しかし、通信路が輻輳状態である場合には、複数の端末が互いに同じタイミングでパケットの送信を開始して衝突が発生する場合がある。例えば、複数の端末が同じタイミングでステップ S T 3 の判断を行った場合や、複数の端末

が自己の送信スロットとして偶然同じ要素スロットを割当ててしまった場合には衝突が発生する。

# 【 0 0 2 9 】

本実施の形態に係る端末は、そのような衝突が発生した場合でも、再送信により衝突を回避することができる。例えば、図 5 ( a ) に示したネットワークにおいて、図 7 のようにタイミング  $t_0$  で、端末 A による端末 B へパケット（優先度 1）の送信と、端末 C による端末 B へのパケット（優先度 2）の送信が同時に行われ、衝突が発生したと仮定する。この衝突により、端末 B は、端末 A からのパケットも端末 C からのパケットも正常に受信することができない。よって、端末 B は A C K 信号の送信を行わない。ここで、同図において、期間  $W_A$  は A C K 信号用のスロット、期間  $W_0$  は当該スロット  $W_A$  のバックオフ時間を示しており、期間  $W_1$  は優先度 1 のパケット用のスロット、期間  $W_2$  は優先度 2 のパケット用のスロットを示している。

# 【 0 0 3 0 】

端末 A および端末 C のそれぞれは、パケットを送信した後 A C K 信号待機時間（スロット  $W_1$  のバックオフ時間）の間、A C K 信号を待つ（S T 9 , S T 1 0）。しかし、A C K 信号待機時間内の A C K 信号用のスロット  $W_A$  になっても端末 B からの A C K 信号が受信されないため、端末 A および端末 C は、再送信のための処理を行う。その際、再送信するパケットに対して、先の送信時と同じ優先度が与えられる（S T 1 1）。

# 【 0 0 3 1 】

端末は再送信をするために、上記ステップ S T 4 の動作に戻る。図 7 に示すように、端末 A , C の送信が終了したタイミング  $t_1$  後は通信路がアイドル状態であるので、端末 A , C のそれぞれは、再送信のためのスロットおよび要素スロットを決定する（S T 5）。再送信の際にも前回の送信と同じ優先度が与えられているので、端末 A は優先度 1 のスロット  $W_1$  を割当て、端末 C は優先度 2 のスロット  $W_2$  を割当てる。なお、スロット  $W_1$  ,  $W_2$  内の要素スロットは乱数に基づいて決められるが、説明の簡単のため省略する。

# 【 0 0 3 2 】

例えば、スロット $W_A$ の長さを $0.8\text{ ms}$ 、そのバックオフ時間 $W_0$ を $1.0\text{ ms}$ 、スロット $W_1$ および $W_2$ の長さをそれぞれ $1.6\text{ ms}$ と仮定する。この場合、端末Aは自己の送信スロットのバックオフ時間を $3.4\text{ ms}$ と定め、同じく端末Cは $5.0\text{ ms}$ と定める。

#### 【0033】

その後、端末A、Cは、自己の送信スロットになるまで通信路上のモニタを続ける（ST6，ST7）。端末Aは、自己の送信スロット $W_1$ のバックオフ時間に他の端末によるパケット転送が検出されないので、パケットの再送信を行う（ST8）。一方、端末Cは、端末Aの再送信によるパケット転送を検出するのでステップST4に戻る。

#### 【0034】

端末Aからのパケットを受信した端末Bは、そのパケットの転送が終わったタイミング $t_2$ の後のスロット $W_A$ でACK信号のパケットを送信する。このときACK信号は他の信号よりも優先度が高いので、他の信号のスロットよりも早く送信される。そのため、ACK信号の送信の際には衝突は発生せず、ACK信号は確実に端末Aに受信される。端末Aは、端末BからのACK信号を受け、パケット送信に係る動作を終了する。このとき端末Cは、タイミング $t_2$ で一旦通信路がアイドル状態になるので、ステップST5～ST7の動作に入る。しかし、スロット $W_2$ になる前のスロット $W_A$ の期間に、ACK信号のパケット転送が検出されるので（ST6）、再びステップST4に戻り、通信路がアイドル状態になるまで待機する。

#### 【0035】

そして、端末BがACK信号の送信を終了したタイミング $t_3$ の後、端末Cは自己のスロット $W_2$ のバックオフ時間の間、通信路をモニタし（ST5～ST7）、パケット送信が検出されないのでスロット $W_2$ でパケットを再送信する（ST8）。

#### 【0036】

端末Cからのパケットを受信した端末Bは、そのパケットの転送が終わったタイミング $t_4$ の後、スロット $W_A$ でACK信号のパケットを送信する。端末Cは、

端末BからのACK信号を受け、パケット送信に係る動作を終了する。以上のように、一旦衝突が発生してもその後の再送時において衝突を避けることができるので、各端末間で確実にパケット通信を行うことができる。

#### 【0037】

次に、図8のようにタイミング $t_0$ で、共に優先度が1であるパケット同士により、衝突が発生したと仮定する。このときも、端末Aおよび端末Cのそれぞれは、パケット送信が終了したタイミング $t_1$ の後、ACK信号用のスロット $W_A$ になっても端末BからのACK信号が受信されないため、再送信処理を行う。ここでも、再送信するパケットに対して、前回の送信と同じ優先度が与えられる。

#### 【0038】

端末A、Cが送信するパケットは共に優先度1であるので、再送信の際、端末A、Cは共にスロット $W_1$ を自己のスロットに割当てて。さらに、端末A、Cは、スロット $W_1$ 内の要素スロットをそれぞれ乱数に基づいて割当てて。

#### 【0039】

例えば、スロット $W_A$ の長さを $0.8\text{ms}$ 、そのバックオフ時間 $W_0$ を $1.0\text{ms}$ 、スロット $W_1$ の長さを $1.6\text{ms}$ と仮定する。そして、スロット $W_1$ 内には $0.4\text{ms}$ ごとに区分された4つの要素スロットが存在すると仮定する。端末A、Cは、それらの優先度1のスロット $W_1$ 内の4つの要素スロットの中からランダムに1つを選択するので、各要素スロットのバックオフ時間は、 $1.8\text{ms} + 0.4\text{ms} \times N$ により与えられる（ $N$ は $0 \sim 3$ の整数）。 $N$ は乱数であるが、ここでは端末Aにおいては $N = 1$ 、端末Bにおいては $N = 2$ に対応した要素スロットがそれぞれ選択されたとする。

#### 【0040】

端末A、Cは、自己の送信スロットになるまで通信路をモニタする（ST6，ST7）。端末Aはタイミング $t_1$ の後、自己の送信スロットのバックオフ時間（ $1.8\text{ms} + 0.4\text{ms}$ ）の間通信路上のパケット転送が検出されないので、再送信を行う（ST8）。一方、端末Cは、端末Aの再送信によるパケット転送を検出してステップST4に戻る。

#### 【0041】

端末Aからのパケットを受信した端末Bは、そのパケットの転送が終わったタイミング $t_2$ の後、スロット $W_A$ でACK信号を送信する。端末Aは、端末BからのACK信号を受け、パケット送信に係る動作を終了する。このとき端末Cは、タイミング $t_2$ で一旦通信路がアイドル状態になるので、ステップST5～ST7の動作に入る。しかし、自己の送信スロットになる前に通信路上でACK信号のパケット転送が検出されるので、再びステップST4に戻り、通信路がアイドル状態になるまで待機する。

## 【0042】

そして、端末Cは、端末BがACK信号の送信を終了したタイミング $t_3$ から、自己の送信スロットのバックオフ時間（ $1.8\text{ms} + 0.8\text{ms}$ ）の間通信路上のパケット送信が検出されないので再送信を行う。

## 【0043】

端末Cからのパケットを受信した端末Bは、そのパケットの転送が終わったタイミング $t_4$ から、バックオフ時間 $W_0$ だけ待機した後、スロット $W_A$ でACK信号を送信する。端末Cは、端末BからのACK信号を受け、パケット送信に係る動作を終了する。

## 【0044】

このように、同じ優先度のパケット同士が衝突を起こした場合でも、1つの優先度に対応したスロット内に複数の要素スロットを備え、その要素スロットを乱数に基づいて選択することにより、再送時の衝突の発生は抑制される。この各スロット内の要素スロットの数は、多いほど衝突の確率は低くなる。よって、例えば再送信時には、端末が選択できる要素スロットの数を増やすようにすると、パケットの再送信時における衝突の発生が抑えられ、総再送回数を低減することができる。

## 【0045】

ところで、本実施の形態において通信線の輻輳状態が長く続くと、優先度の低いパケットがいつまで経っても送信されないという状態が生じることも考えられる。それを回避するために、例えば図9のように異なる優先度のスロットの一部が互いに重複するようにし、優先度の高いスロット期間中に、それより優先度の

低いパケットにも送信可能な機会を与えるようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 9 の例では、優先度 2 のスロットは、優先度 1 のスロットと一部の期間で、タイミングが重複している。つまり、その重複した期間であるタイミング  $t_{a1} \sim t_{a2}$  の間で、優先度 1 の要素スロット  $i_1 \sim$  要素スロット  $n$  は、優先度 2 の要素スロット 1  $\sim$  要素スロット  $(n - i_1 + 1)$  とそれぞれ重複する。同様に、優先度 3 のスロットは、優先度 2 のスロットとタイミング  $t_{b1} \sim t_{b2}$  の間で重複する。つまりその期間は、優先度 2 の要素スロット  $i_2 \sim$  要素スロット  $n$  は、優先度 3 の要素スロット 1  $\sim$  要素スロット  $(n - i_2 + 1)$  とそれぞれ重複する。

【 0 0 4 7 】

それによって、優先度 1 のスロットの期間内にも優先度 2 のパケットを送信する機会が与えられ、また、優先度 2 のスロットの期間内にも優先度 3 のパケットを送信する機会が与えられる。従って、優先度の低いパケットがいつまで経っても送信されないという状態の発生は抑制される。なお、このようにした場合、互いに優先度の異なるパケット同士の衝突が発生するケースが考えられるが、図 6 のフローチャートで説明した本実施の形態に係る通信制御方法によれば、そのケースでも再送信により衝突は回避される。つまり、互いに優先度の異なるパケット同士の衝突した場合も、それらのパケットを送信した端末には、ステップ S T 9 で A C K 信号は返ってこないで、ステップ S T 1 1 に移行し再送信処理が行われる。

【 0 0 4 8 】

以上のように本実施の形態によれば、パケット送信時における衝突が発生しても再送信によりそれを回避できると共に、優先度の高いパケットを優先して送信することが可能である。また、通信路における信号の衝突を検出する機能を有さない端末にも適用可能である。さらに、各端末間のデータ転送の調停を担当する基地局やサーバー等の機器をネットワークに設ける必要も無い。

【 0 0 4 9 】

また、A C K 信号の優先度を他の信号よりも高くすることで、A C K 信号の送受信を確実に行うことができ、通信の信頼性が向上する。例えば、P L C による

LANは、大きなノイズが発生しやすいために比較的通信品質は低い（エラーが多い）が、本発明を適用することにより、通信品質の高いEthernet（登録商標）等と同様に扱うことも可能である。例えば、OSI（Open Systems Interconnection）基本参照モデルにおいて、レイヤー 2 以下（例えばPLCモデムなど）でACK信号が確実に送受信されて通信の信頼性を高くできれば、レイヤー 3 以上で確認応答を出す必要がなくなる。

#### 【 0 0 5 0 】

##### <実施の形態 2>

実施の形態 1 では、ネットワーク上の各端末が、中継器を介することなく互いに通信可能な距離にある場合について説明した。本実施の形態においては、本発明に係るネットワークに中継器が導入されるケースを考える。PLCによるLANのようなシェアードメディアのネットワークでは、中継器も端末と同等のノードとみなされる。つまり中継器がパケットを中継するためには、通常の端末と同様に一旦パケットを完全に受け取ってから、それを送信する必要がある。

#### 【 0 0 5 1 】

本実施の形態では、実施の形態 1 で説明した通信制御方法に対し、さらに中継器が送信するパケット用の一定の優先度（中継器用優先度）を設ける。中継器用優先度は、ACK信号の次に高い優先度とする。つまり、中継器が送信するパケットは、ACK信号のパケットの次に優先度の高いパケットとして扱われる。つまり、図 1 0 に示すように、中継器がパケットを送信するスロットは、ACK信号用のスロットの次に早いタイミングのスロットに割当てられる。即ち、中継器用のスロットに対応したバックオフ時間は、ACK信号を除く他のパケットのスロットのものよりも短く設定される。

#### 【 0 0 5 2 】

本実施の形態では説明の簡単のため、図 1 1 （a）に示すように端末A，B，Cおよび中継器Dが共有の通信路に接続されたネットワークを想定する。端末A，Bは、中継器Dを介することなく互いに通信可能な距離にあるが、端末Cとの通信には中継器Dによる中継が必要である。また、中継器Dが中継のために送信したパケットは他の端末が送信するパケットとの区別は無く、他の端末と同じタ

イミングで送信されると図 1 1 (b) のように衝突が発生する。

【 0 0 5 3 】

図 1 2 および図 1 3 はそれぞれ、本実施の形態に係る端末および中継器の動作を示すフローチャートである。図 1 2 において、図 6 と同様のステップには同一符号を付してある。図 1 2 から分かるように、ステップ S T 1 ~ S T 8 までの動作は、実施の形態 1 と同様であるのでここでの説明は省略し、ステップ S T 8 によりパケットを送信した後の動作について説明する。

【 0 0 5 4 】

例えば、図 1 1 (a) に示したネットワークにおいて、図 1 4 のようにタイミング  $t_0$  で、端末 A による端末 C へパケットの送信が行われたとする。同図において、期間  $W_A$  は A C K 信号用のスロット、期間  $W_0$  は当該スロット  $W_A$  のバックオフ時間を示しており、期間  $W_R$  は中継器用のスロット、期間  $W_1$  は優先度 1 のパケット用のスロット、期間  $W_2$  は優先度 2 のパケット用のスロットを示している。

【 0 0 5 5 】

端末 A から送信されたパケットは、端末 C には到達しないが、中継器 D に受信される。図 1 3 に示すように、中継器 D は、パケットを受信すると (S T 2 1)、パケット転送が終了したタイミング  $t_1$  の後、中継器用のスロット  $W_R$  のバックオフ時間の間 (第 3 の待機時間)、通信路をモニタして A C K 信号の有無を検出する (S T 2 2)。端末 A の送信パケットは端末 C には到達しないので、受信側の端末 C は A C K 信号を送信しない。よって、中継器 D は A C K 信号を検出せず、中継器用のスロットになると先に受信したパケットを送信する (S T 2 3, S T 2 4)。

【 0 0 5 6 】

一方、端末 A は、パケットを送信した後、所定の A C K 信号待機時間 (第 4 の待機時間) だけ A C K 信号を待つ。この時点では、端末 A は A C K 信号待機時間を、パケット送信後の優先度 1 のスロットのバックオフ時間とする。端末 A には、A C K 信号待機時間内の A C K 信号用スロット  $W_A$  になっても A C K 信号は受信されず、代わりに中継器用のスロット  $W_R$  に、中継器が送信したパケット (即ち、先に自己が送信したパケット) が受信される。図 1 2 に示すように、端末

AはACK信号待機時間の間に自己が送信したパケットを受信すると（ST12）、当該ACK信号待機時間を所定の時間だけ延長して（ST13）、さらにACK信号を待つ。このときACK信号待機時間は、少なくとも、中継器を介したパケット送信の応答としてのACK信号が送信側端末に受信されるべきタイミングまで延長される。

#### 【0057】

中継器Dが送信したパケットは端末Cにより受信され、端末Cはスロット $W_A$ でACK信号のパケットを送信する。端末CからのACK信号のパケットは中継器Dに受信され、中継器Dは当該ACK信号のパケットを、中継器用のスロット $W_R$ で送信する。つまり、端末Aは前述のステップST13において、少なくともタイミング $t_3$ 後の中継器用のスロット $W_R$ のタイミングまでACK信号待機時間を延長しておく必要がある。中継器DからのACK信号を受信した端末Aは、先に送信したパケットが端末Cにより正常に受信されたと判断して、パケット送信に係る動作を終了する。

#### 【0058】

次に、中継器が、中継の必要が無いパケットを受信した場合の動作を説明する。例えば図11（a）に示したネットワークにおいて、図15のように、端末Aによる端末Bへパケットの送信が行われたとする。端末Aから送信されたパケットは、中継器を介することなく端末Bに受信される。一方、当該パケットは中継器Dにも受信される。図13に示すように、中継器Dは、パケットを受信すると（ST21）、パケット転送が終了したタイミング $t_1$ の後、中継器用のスロット $W_R$ のバックオフ時間の間、通信路をモニタしてACK信号の有無を検出する（ST22）。図15の例の場合、端末Bはパケットを受信するとACK信号を送信する。よって、中継器DはステップST22でACK信号を検出し、先に受信したパケットには中継が不要であると判断して、当該パケットを送信せずに動作を終了する。

#### 【0059】

以上のように、本実施の形態によれば、中継器を導入したケースにおいても、実施の形態と同様に、再送信における衝突を回避すると共に、優先度の高いパケ

ットを優先して送信可能である。つまり、中継器の導入することにより、容易に通信距離を伸ばすことが可能である。また、中継器はパケットの送信前に、ACK信号を受信すると中継が不要であると判断してパケットの送信を行わないので、不要な中継動作によって信号の衝突が発生したり、通信路が輻輳状態になることを抑制できる。

#### 【0060】

なお、以上の実施の形態においては、ネットワークとしてPLCによるLANを例に挙げたが、本発明はそれ以外の種類のネットワーク（例えば無線LAN等）にも適用可能である。

#### 【0061】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る通信制御方法によれば、信号送信時における衝突が発生しても再送信によりそれを回避できると共に、優先度の高い信号を優先して送信することが可能である。また、通信路における信号の衝突を検出する機能を有さない端末にも適用可能である。さらに、各端末間のデータ転送の調停を担当する基地局やサーバー等の機器をネットワークに設ける必要も無い。また、ACK信号の優先度を他の信号よりも高くすることで、ACK信号の送受信を確実に行うことができ、通信の信頼性が向上する。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1におけるパケットの優先度とスロットの関係示す図である。

【図2】 実施の形態1に係るスロット内の要素スロットを説明するための図である。

【図3】 実施の形態1におけるACK信号のスロットを説明するための図である。

【図4】 PLCによるLANの構成例を示す図である。

【図5】 実施の形態1に係る通信制御方法を説明するための図である。

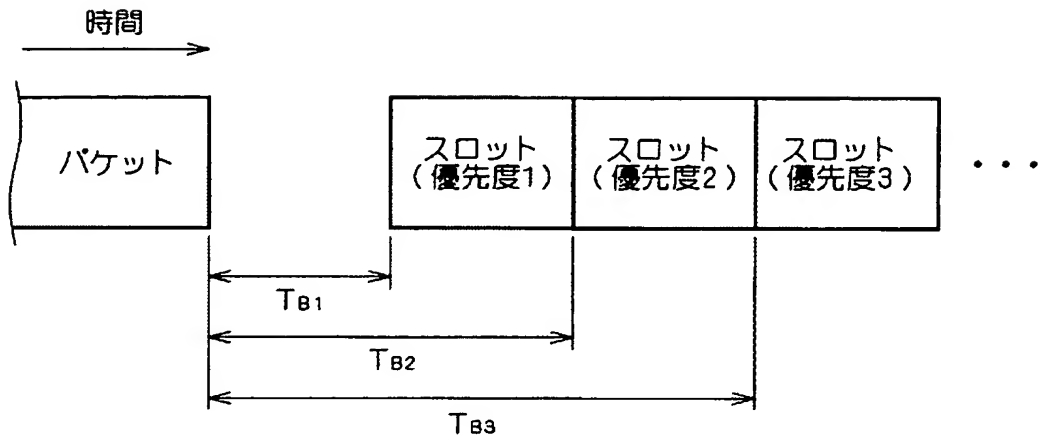
【図6】 実施の形態1に係る端末におけるパケット送信動作を示すフローチャートである。

- 【図 7】 実施の形態 1 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【図 8】 実施の形態 1 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【図 9】 実施の形態 1 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【図 1 0】 実施の形態 2 における中継器用のスロットを説明するための図である。
- 【図 1 1】 実施の形態 2 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【図 1 2】 実施の形態 2 に係る端末におけるパケット送信動作を示すフローチャートである。
- 【図 1 3】 実施の形態 2 に係る中継器の動作を示すフローチャートである。
- 【図 1 4】 実施の形態 2 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【図 1 5】 実施の形態 2 に係る通信制御方法を説明するための図である。
- 【符号の説明】

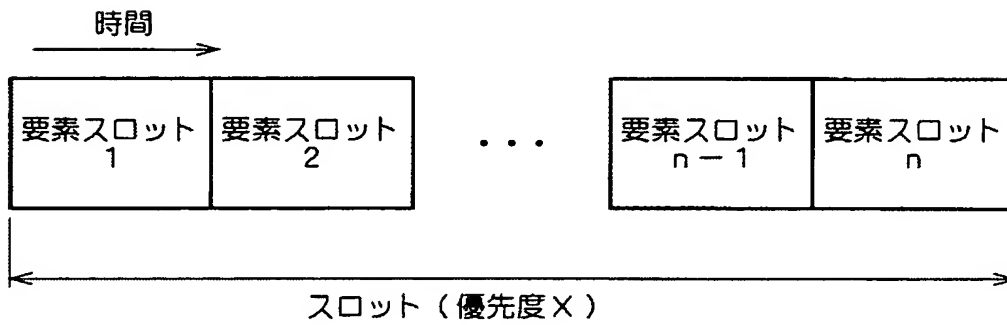
$W_0$  ACK 信号用スロットのバックオフ時間、 $W_1$  優先度 1 のパケット用のスロット、 $W_2$  優先度 2 のパケット用のスロット、 $W_A$  ACK 信号用のスロット、 $W_R$  中継器用のスロット。

【書類名】 図面

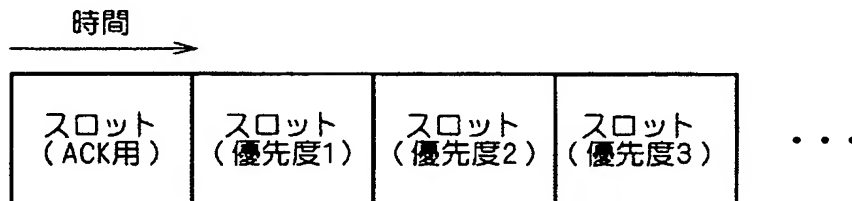
【図 1】



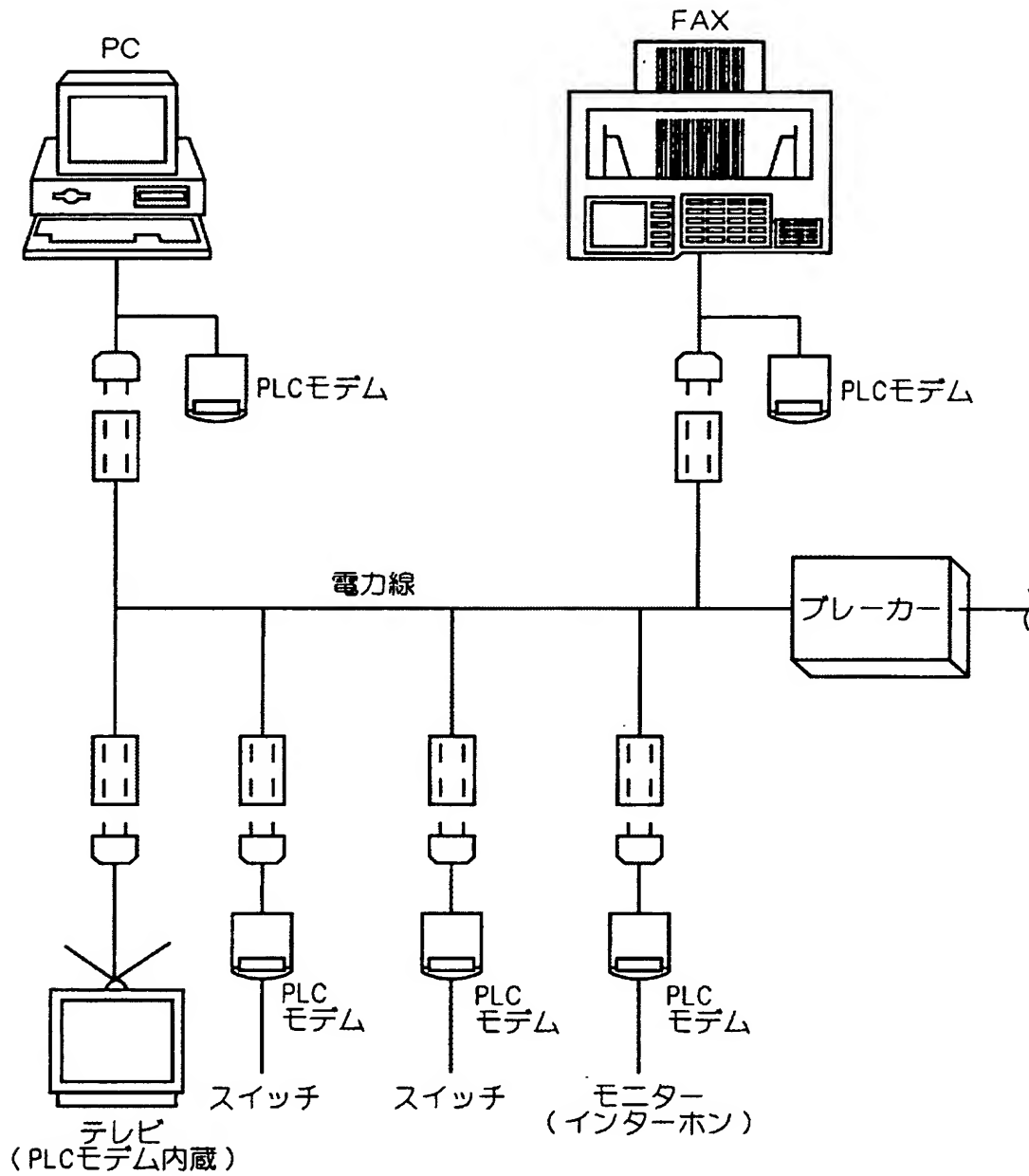
【図 2】



【図 3】

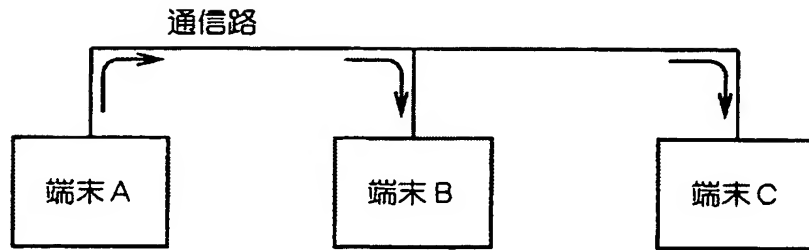


【図 4】

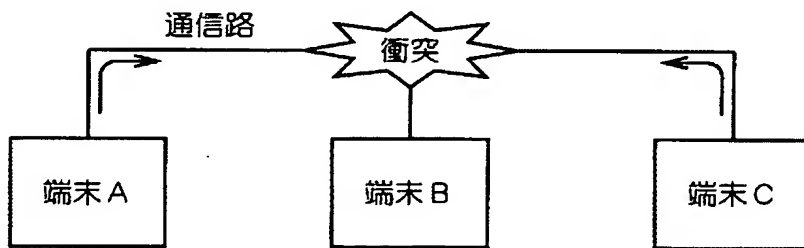


【图 5】

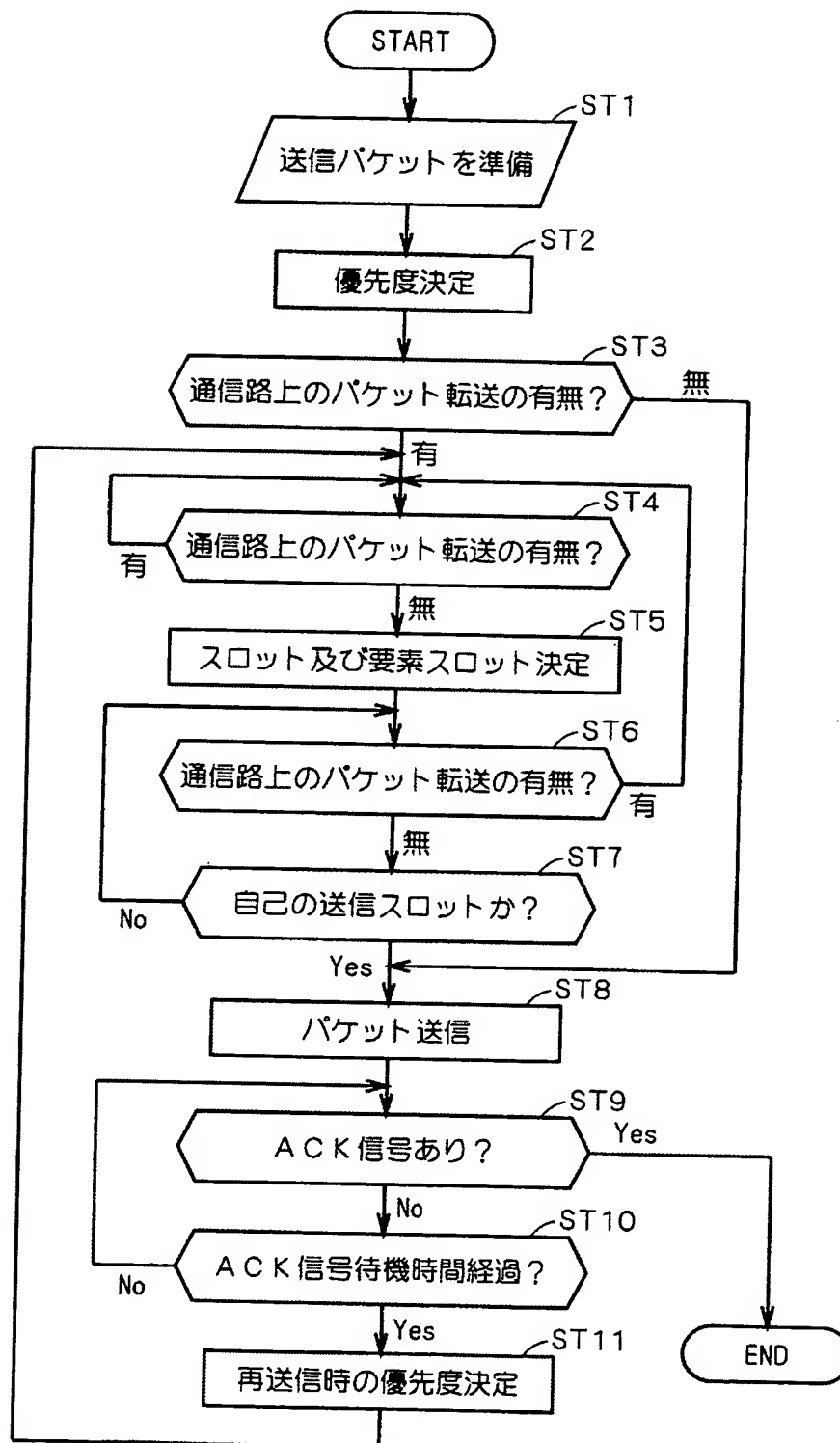
( a )



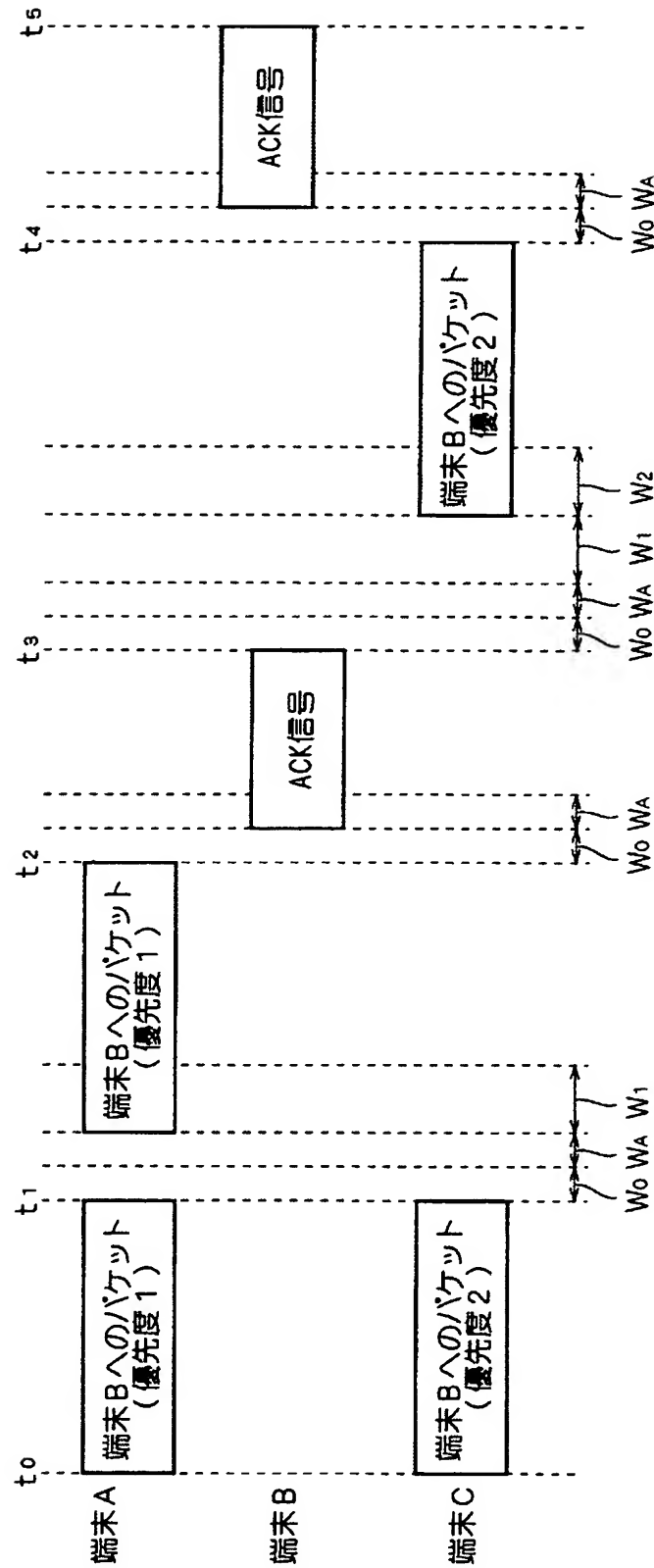
( b )



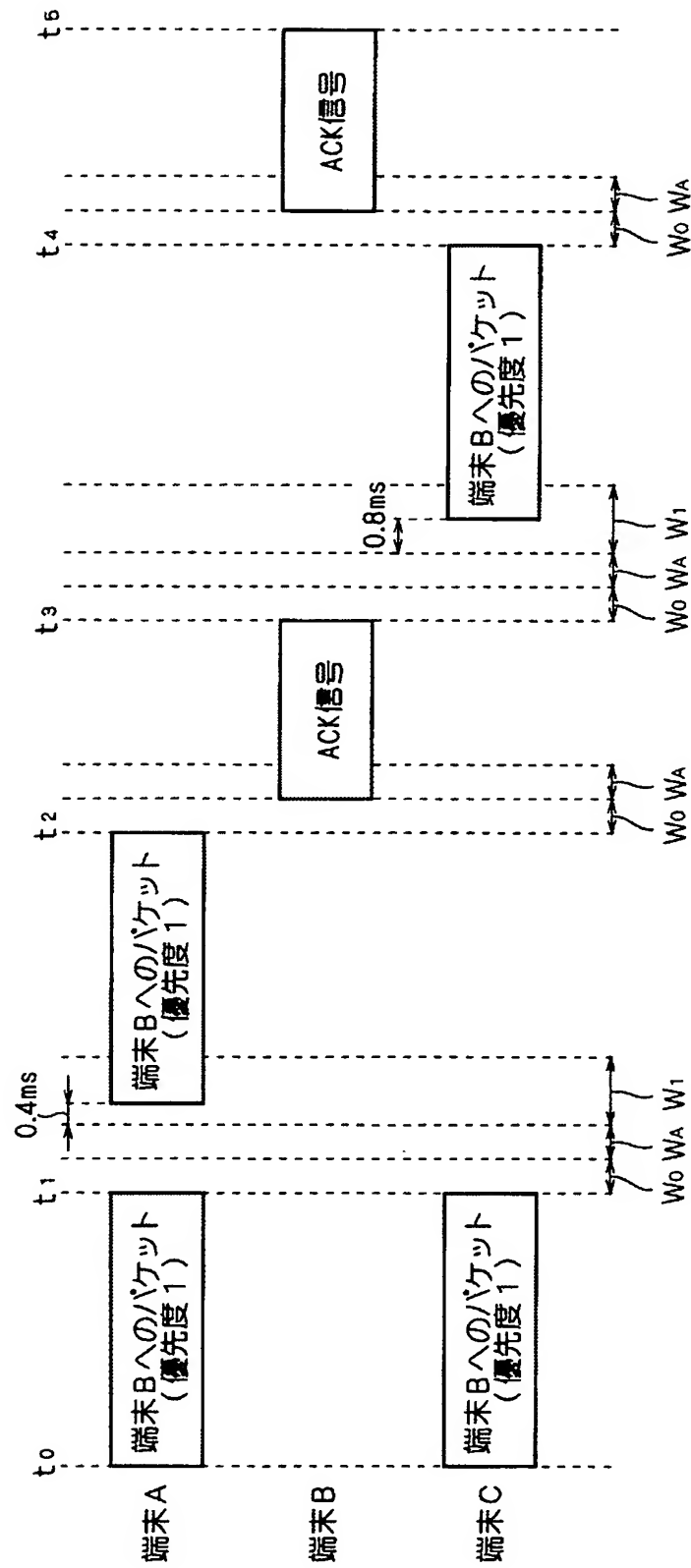
【図6】



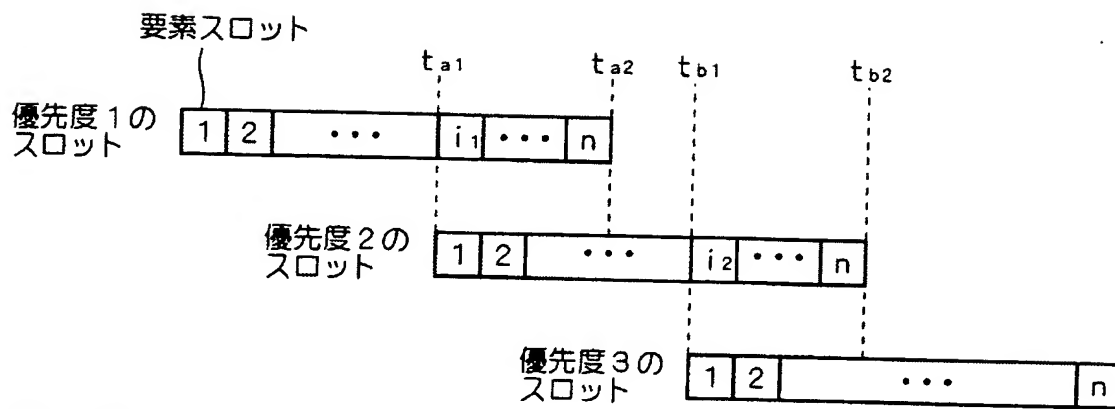
【図 7】



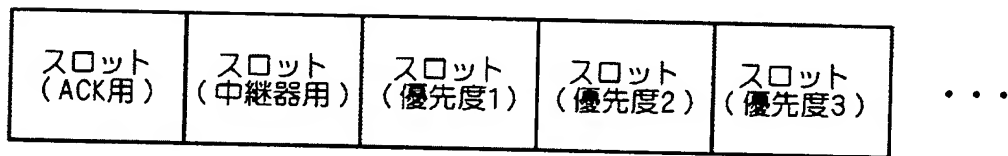
【図 8】



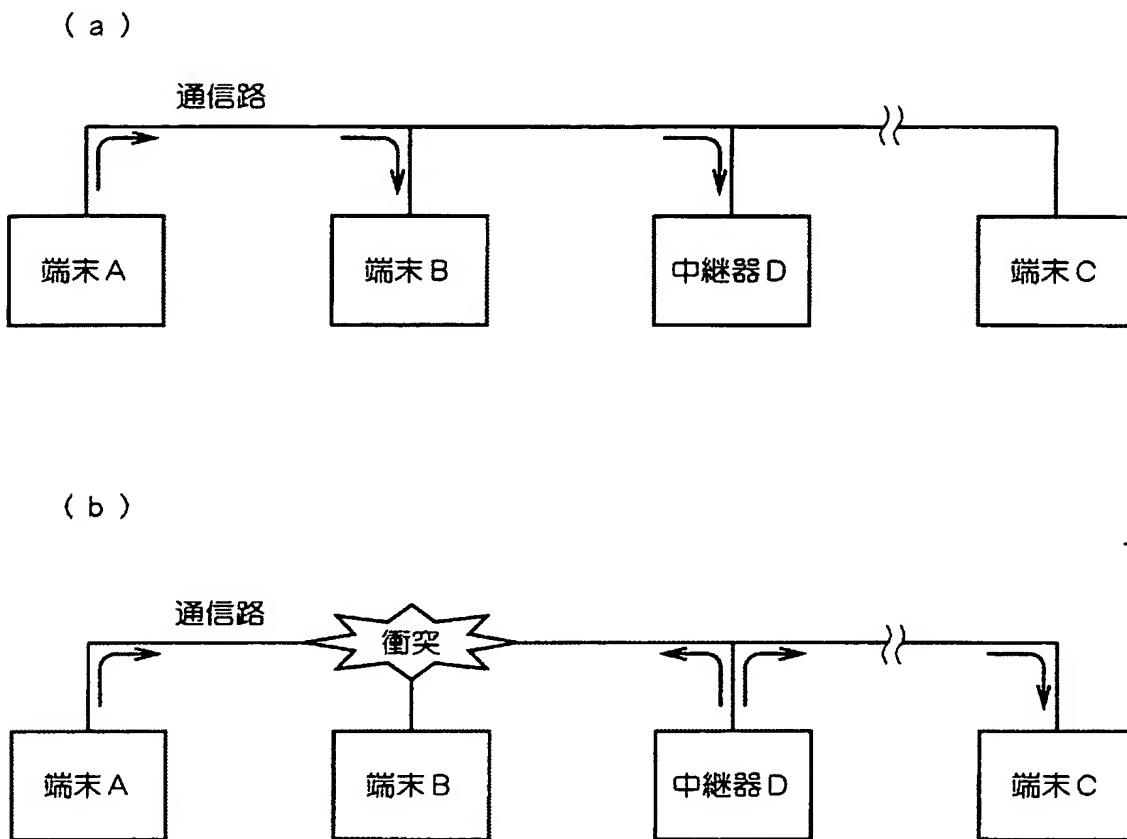
【図 9】



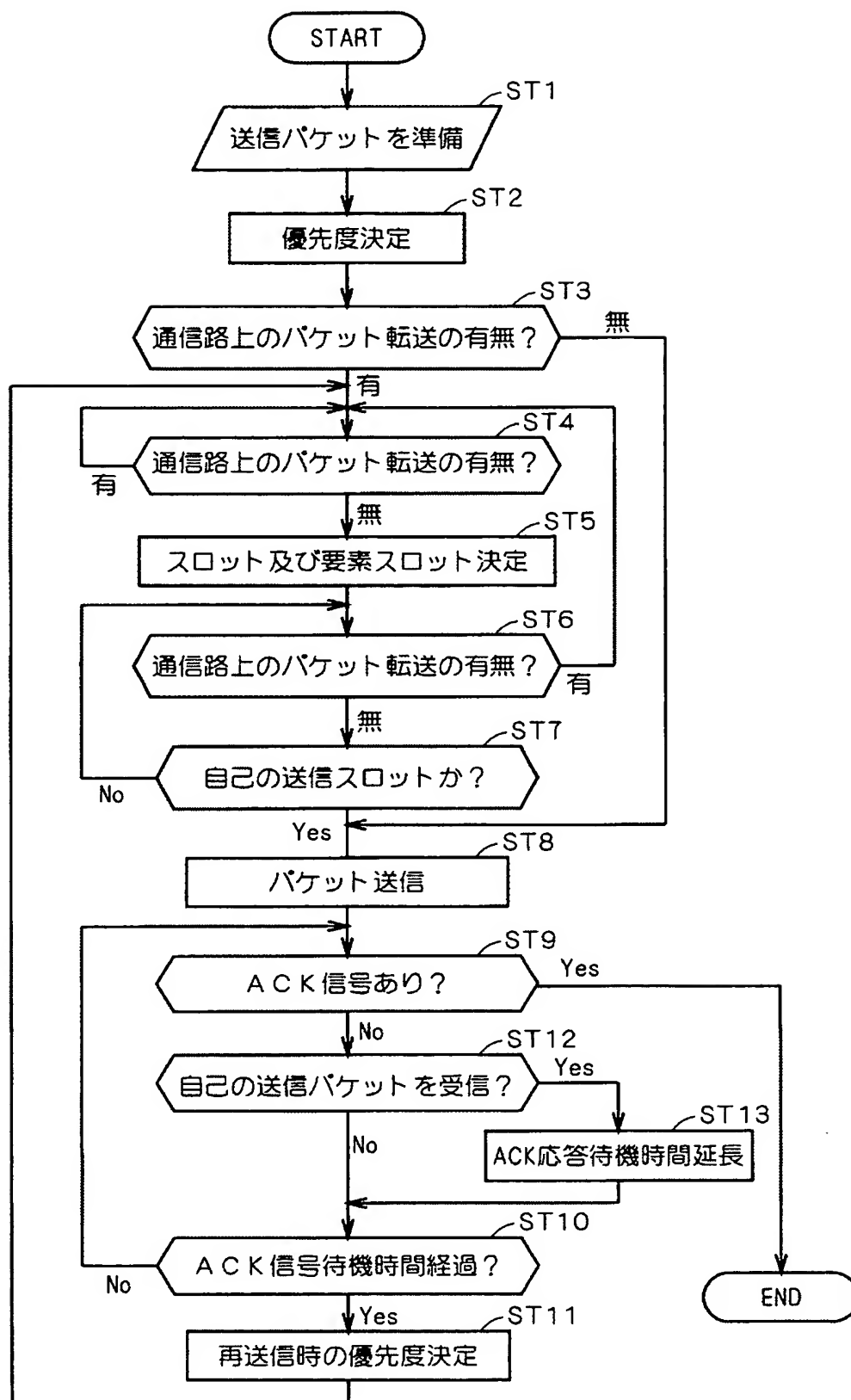
【図 1 0】



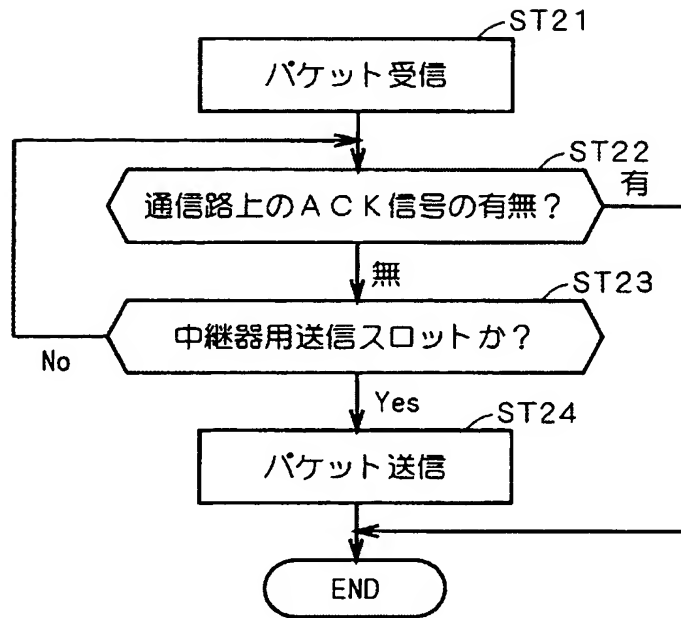
【図 1 1】



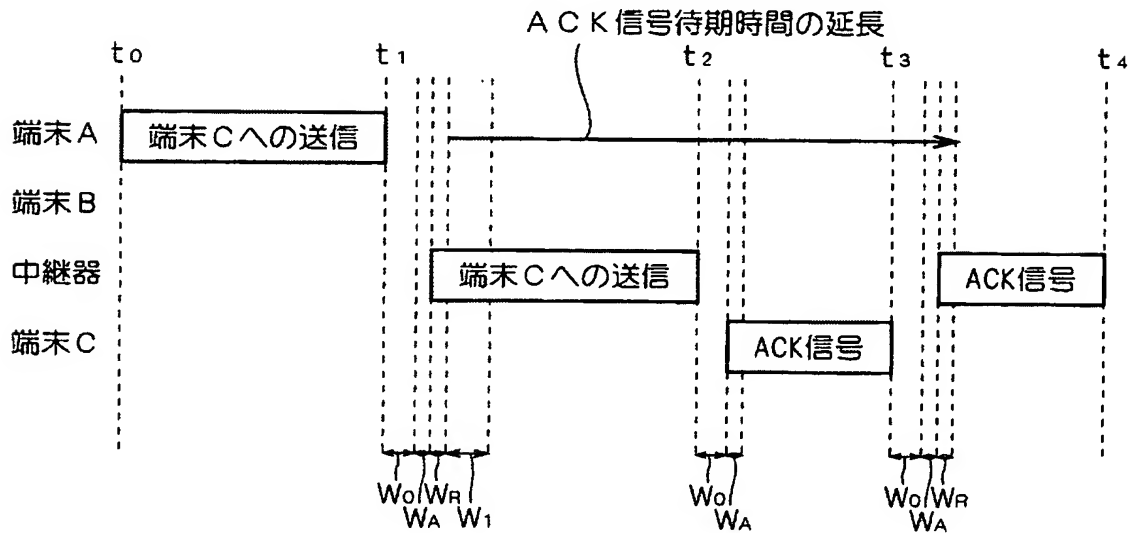
【図 1 2】



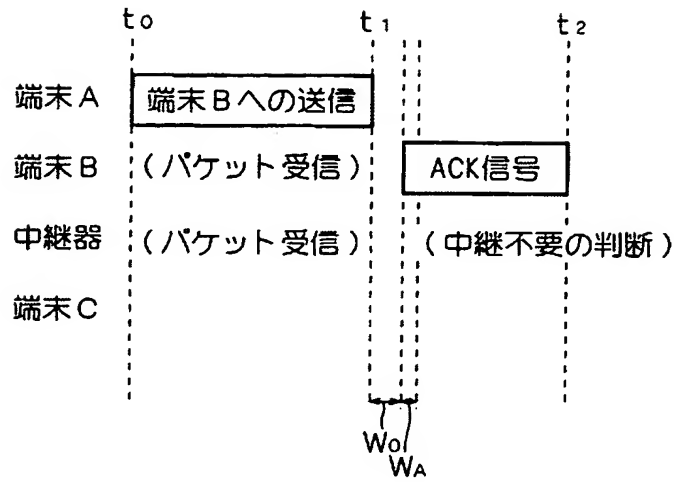
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の端末が1つの通信路を共有するネットワークにおいて、信号の衝突を回避すると共に所定の信号を優先して送信する。

【解決手段】 ネットワーク上の各ノード（端末および中継器を含む）が送信する全てのパケットに共通した優先度を定義する。優先度毎に、パケットを送信するタイミングを規定するスロットを割当てする。各スロットは、通信路上で行われているパケットの転送が終了したタイミングを基準に定められる。優先度のスロットへの割当ては、優先度の高いパケットほど（優先的に送信したいパケットほど）、早いタイミングのスロットに割当てられるようにする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 3 1 2 1 1 0 3 ]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号  
氏 名 株式会社ルネサステクノロジ